海水养殖生态经济系统的概念与构成研究

秦　宏[1,2]，张　莹[1]，叶川川[1]

(1. 中国海洋大学 管理学院，山东 青岛 266100；2. 教育部人文社会科学重点研究基地 中国海洋大学海洋发展研究院，山东 青岛 266100)

摘要：基于实现海水养殖经济增长与资源、环境协调发展的现实需求，提出了海水养殖生态经济的研究视角。对海水养殖生态经济系统的概念进行界定，明确了海水养殖生态经济系统由海水养殖生态、经济和社会三个子系统组成，并分析了每个子系统的构成要素，阐述了三个子系统相互影响、相互制约的关系。提出实现三个子系统之间的协调和耦合，可以提升海水养殖生态经济系统的整体效率，促进海水养殖业的可持续发展。

关键词：海水养殖；生态经济系统；概念界定；系统构成；运行

中图分类号：F307.4　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1000-3096(2017)12-0110-07

DOI: 10.11759/hykx20170802001

近年来，我国海水养殖业取得了快速发展，养殖面积和产量均居世界首位。在海洋捕捞资源日益枯竭背景下，海水养殖在保障海产品供给、缓解粮食安全压力、改善国民膳食结构和健康水平等方面发挥着重要作用。但是，随着海水养殖企业和养殖户数量持续增加、养殖规模不断扩大、养殖品种逐渐丰富以及产量的快速增长，一系列生态经济问题也开始涌现。一是海水养殖造成的水体污染、生态破坏问题。海水养殖过程中饵料残留、药物施用和养殖排泄物使得海水养殖区域出现水体富营养化、药物污染的情况。大量单一物种的养殖破坏了海洋生态系统原有的稳定食物链结构，养殖区域的物种多样性向单一化转变。同时，集约化养殖为养殖病害的发生和扩散创造了条件。部分养殖鱼类逃逸，与区域海洋环境中的自然种群进行交配，对天然基因库造成了基因污染，也加剧了病源扩散[1]。二是海水养殖的利润空间不断缩减问题。目前我国海水养殖主体以小规模养殖户为主，受到养殖户文化水平和资金水平等因素的影响，养殖技术水平普遍偏低，养殖方式落后，养殖结构不合理，抵御风险能力差，加之近些年海产品市场低迷，海水养殖生产率和盈利能力都十分有限。在这样的现实背景下，基于生态文明和绿色发展理念，为了促进海水养殖经济增长与资源、环境的协调发展，有必要引入海水养殖生态经济的研究视角。对海水养殖生态经济系统的内涵、构成及运行机理进行研究，探索海水养殖生态经济系统可持续发展的规律性，对于促进海水养殖业的健康发展具有重要意义。

1　海水养殖生态经济系统的概念界定

1935年，英国生态学家Tansley提出生态系统的概念，指生物群落与环境组成的自然整体。20世纪60年代以来，社会生产力不断提高，科技水平不断进步，人类社会物质文明呈现出前所未有的繁荣。但随之而来的，世界性的粮食短缺、能源紧张、环境污染、生态破坏等问题频繁出现，人类开始逐渐认识到社会经济增长与生态环境保护协调发展的重要性[2]。在这样的背景下，生态学与经济学相互渗透产生的生态经济研究开始走进人们的视野。有学者将生态经济系统定义为由生态系统和经济系统相互作用、相互交织、相互渗透而成的具有一定结构和功能的复合系统[3]。生态学家马世骏等[4]指出，虽然社会、经济和自然是三个不同性质的系统，但各自的生存和发展都受其余系统的制约，提出了社会—经济—自然复合生态系统的概念。

收稿日期：2017-08-02；修回日期：2017-11-01

基金项目：山东省社科规划项目(17CGLJ13)；青岛市社科规划项目(QDSKL1701018)

[Foundation: Social Science Planning Program of Shandong Province, No.17CGLJ13; Social Science Planning Program of Qingdao City, No.QDSKL1701018]

作者简介：秦宏(1976-)，女，山东烟台人，副教授，博士，主要从事海洋与渔业经济研究，E-mail: qinhong@ouc.edu.cn；张莹(1992-)，女，山东金乡人，硕士研究生，主要从事海洋与渔业经济研究，E-mail: openwin_ying@163.com

结合生态经济系统的概念以及海水养殖业的特点，可以将海水养殖生态经济系统定义为，以海洋生物自身生长发育规律为基础，有目的地使用一定的技术手段进行人工调控，在自然海域或特定海水水体进行海水养殖活动，所形成的海水养殖生态系统、经济系统与社会系统三个子系统相互作用、相互交织、相互渗透而成的，具有一定结构和功能的特殊复合系统。海水养殖生态经济系统是海水养殖生态系统、海水养殖经济系统与海水养殖社会系统的有机统一，三个子系统不能自动耦合，必须要在人类劳动过程中通过技术中介才能相互耦合成为统一的整体，通过耦合最终所要达成的目标是把海水养殖过程中的物质、能量、价值、信息相互协调、交流、联系，成为投入产出的有机整体。

2 海水养殖生态经济系统的构成

海水养殖生态经济系统包括三个子系统：海水养殖生态子系统、经济子系统和社会子系统，三个子系统之间相互作用、相互影响、相互制约。

2.1 海水养殖生态子系统

海水养殖生态子系统是在人类的干预下，利用一定的技术手段获取更多海洋生态服务功能的海洋生态系统的特殊形式[5]，是海水养殖生态经济系统运行的基础，为海水养殖经济子系统和社会子系统提供支撑服务。海水养殖生态子系统既受到海域资源和环境的影响，又受到人类养殖实践活动的干预，自我调控能力差，具有波动性、脆弱性和易退化性等特点[5]。任何生态系统都包括生命系统和环境系统两个亚系统[2]，海水养殖生态子系统也不例外，由海水养殖生物资源和海水养殖环境条件共同构成(图 1)。

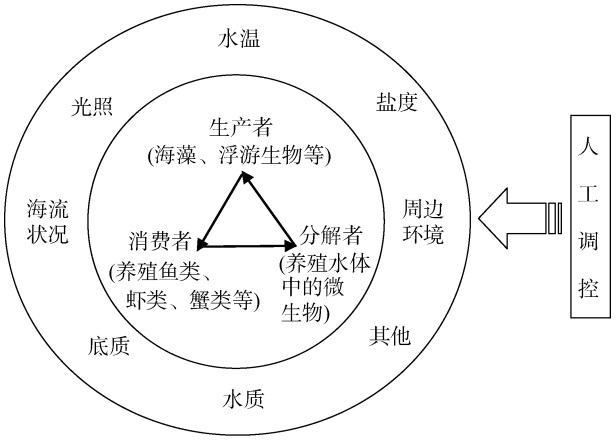


图 1 海水养殖生态子系统

Fig. 1 The mariculture ecology sub-system

2.1.1 海水养殖生物资源

海水养殖生态子系统的生物资源包括生产者、消费者和分解者三类。与一般的生态系统中三者的归类相似，海水养殖生态子系统中的生产者主要指养殖水域中能够通过光合作用合成有机物的植物如各种藻类植物，有浮游藻类、飘浮藻类和底栖藻类等；海水养殖生态子系统中的消费者主要指养殖水域中能够通过捕食关系和寄生关系完成自身成长的鱼类、虾类、蟹类、贝类等水生动物；海水养殖生态子系统中的分解者主要指养殖水域中分解动植物残体和代谢废物的微生物。海水养殖生物资源中同时具有食用价值和经济价值，并能供给人类作为海产品的海洋生物是海水养殖对象的主体。自然的生态系统中，生产者通过自身的生长过程将光能转化为化学能，供给消费者的营养摄入，消费者通过对低层级生物的食用满足其营养需求，分解者将动植物的有机残体及排泄物进行分解，最终归还给环境，供生产者再利用，整个生态系统的能量转化和物质循环处于动态平衡状态。但海水养殖生态子系统作为一种人工生态系统，系统中的大部分组成成分处于人工调控状态，系统中主要生物的种类和数量受到人类的控制。在海水养殖区域内，养殖对象构成单一，生物组成相对简单，食物链趋于扁平化，即使是多物种混养的多营养层次生态养殖方式依然不能达到自然状态下由海洋生态系统中复杂的种群和繁多的生物共同实现的相对稳态的自我调节。海水养殖生态系统中养殖生物的食物来源相对单一，以人工添加的饵、肥作为其生长发育的主要营养来源，营养层次缺乏，物质和能量循环均受到阻碍，正常的食物链难以发挥作用，因而具有脆弱性特征[6]。海水养殖生态系统的优势在于可以通过人工调控，利用一定的技术手段，按照养殖生物的营养需求和生长状况实现饵、肥的动态调控，并通过一定的病害防治措施改善养殖生物的健康状况，实现养殖生物的快速生长。

2.1.2 海水养殖环境条件

海水养殖生态子系统的环境条件是指通过对人工选址的养殖区域进行建设，形成的有利于养殖生物生存的养殖环境，主要包括养殖区域的水质、水温、水深、光照、盐度、底质、海流状况以及周边环境等多种要素，是养殖生物赖以生存和生长的基础。海水养殖区域按照距离陆地的远近可以划分为“陆基”“近浅海”和“深远海”三个空间范围，相对应的环境条件具有不同的特点。“陆基”养殖是

指在陆地上进行的海水养殖，主要养殖方式包括陆地池塘养殖和工厂化养殖。生态环境各要素以人工调节为主，通过技术手段调控养殖区域内的水质、营养、光照、温度等基本要素以保障养殖生物的生长需要，具有易于调控、集约化程度高的特点。“近浅海”养殖是指在浅海、滩涂进行的海水养殖，主要养殖方式包括近岸池塘养殖、滩涂养殖、浅海多营养层次生态养殖、浅海网箱养殖和浅海筏式养殖等。生态环境各要素兼具人工调节与自然调节，由自然环境提供养殖生物所必需的海水、气温、光照等基本要素，由人工调控养殖生物所在的水域范围，投饲饵料以及参与部分养殖海水的循环。浅海、滩涂养殖区域的养殖水体一般可以与自然状态的海水水体进行交换，实现养殖区域内的水循环。“深远海”养殖指在深海区域进行的海水养殖，主要养殖方式包括深水网箱、养殖工船、深海海洋牧场等，主要是利用深海区域海水富含营养物质、温度较低且稳定、污染物含量低、病原菌少等优势进行海水养殖，生态环境大部分要素均由自然界提供，深海海域水交换率高，养殖区域的水体可以与外界进行自由的交换，得到充足的氧气和天然饵料，能够实现鱼类排泄物的有效排放，保障养殖水体的清洁。这种养殖模式中的生态环境各要素以自然调节为主，人工调节只起到限制鱼类活动范围等辅助性作用(表 1)。

表 1　不同养殖方式环境条件调控主体差异

Tab. 1　Environment condition regulation subject diversity under different breeding methods

养殖空间	主要养殖方式	环境调控主体
陆基养殖	陆地池塘养殖、工厂化养殖	人工调节为主，集约化程度高
近浅海养殖	近岸池塘养殖、滩涂养殖、浅海多营养层次生态养殖、浅海网箱养殖和浅海筏式养殖等	兼具人工调节与自然调节的特点
深远海养殖	深水网箱、养殖工船、深海海洋牧场等	自然调节为主，人工调节为辅

2.2　海水养殖经济子系统

海水养殖经济子系统是海水养殖生态经济系统运行的主体，包括海水养殖产品的生产、分配、交换和消费四个环节。海水养殖经济子系统的运行过程是四个环节周而复始不断进行再循环的过程。这四个环节中，海水养殖产品的生产是基础，只有通过海水养殖生产活动产出一定数量和质量的海产品，才能为另三个环节的运转创造条件，并且生产能力的高低和生产规模的大小决定着分配、交换和消费的水平。海水养殖的最终目的是满足人类的消费需求并实现一定的经济效益，因此，人类对养殖海产品的消费是海水养殖生产活动的主要动力，人类对养殖海产品的消费需求引导着海水养殖主体对养殖品种和数量的选择。分配和交换是介于生产和消费之间的渠道和桥梁，使生产和消费得以顺利进行(图 2)。

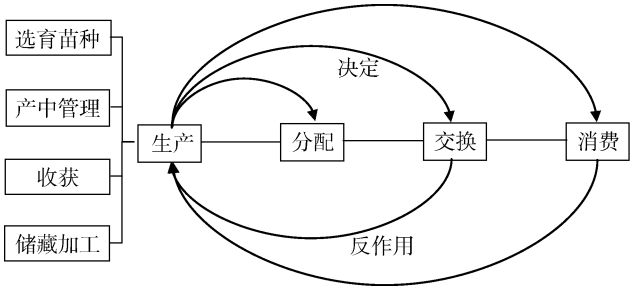


图 2　海水养殖经济子系统

Fig. 2　The mariculture economic sub-system

生产过程是整个海水养殖生态经济系统运行的核心部分，在海水养殖经济子系统中起决定性作用，包括养殖生物的种苗选育及投放、养殖产中管理(投喂、疫病防治、养殖环境整治等)、养殖海产品的收获、养殖海产品的储藏加工等重要环节。其中，原良种是海水养殖业的基础，优质原良种的培育、推广和应用是保障海水养殖产品数量和质量、实现海水养殖增产增收的基础和前提。养殖海产品的产中管理，即海水养殖的直接生产过程，是经济系统运行的主体和关键。通过养殖过程中恰当的养殖饵料的选用和投喂、及时有效的病害防控、科学合理的养殖密度安排，促进养殖生物生长和增殖，完成海水养殖主体生产过程。养殖海产品加工是生产过程的最终环节，分为初级加工和精深加工。目前，我国养殖海产品的销售仍以冰鲜海产品和初级加工海产品为主，精深加工发展不足。近年来，随着人民收入的增长，对养殖海产品的需求呈现出日益多元化的趋势，海洋保健功能食品、海洋生物医药等精深加工行业发展迅速，对实现养殖海产品价值增值和提升海水养殖业经济效益发挥了重要的作用[6]。

消费是养殖海产品生产的最终目的和动力，也是海水养殖生态经济系统的最终落脚点。市场经济条件下，价格是影响生产和消费的主要因素之一。养殖海产品的消费市场属于完全竞争的市场结构。海

水养殖生产以市场为导向，生产者行为受市场价格的调节。与陆地农业生产特点类似，海水养殖生产过程也具有自然再生产与经济再生产相互交织的特点。一方面是人类劳动和生产关系等经济现象的再生产过程，同时又是养殖生物生长、发育、繁殖及其与自然界进行物质能量转换的自然再生产过程。由此产生了海水养殖劳动时间与生产时间不一致的特点，以及由于受到自然生产规律的作用，而具有显著的周期性和季节性特点。生产的周期性和季节性使海水养殖生产对价格的反应存在滞后性，当期的市场价格主要对下一周期的海水养殖生产产生影响。在海水养殖生物生长过程中，气候、环境等各种因素的变化都容易导致生产波动，从而对价格产生影响，价格的变化又会对生产者下一周期生产行为的选择产生影响。另外，人们对养殖海产品的偏好和消费行为以及消费市场的不同特征会对海水养殖经济子系统各个环节的运行产生导向作用。对于以鲜活海产品需求为主的地区，对养殖海产品的新鲜程度要求较高，需要高效率和高品质的养殖海产品的集散和运输，因此会促进生鲜海产品冷链物流的发展。对于对养殖海产品品质要求严苛的市场，例如具有较高技术壁垒的国外市场，则会促进海水养殖提升生产技术水平，严格进行养殖海产品质量管理，以生产符合市场要求的产品，这会促进海产品养殖技术和质量检测等行业的发展。

2.3 海水养殖社会子系统

海水养殖社会子系统是海水养殖生态经济系统的重要组成部分，包括从事海水养殖相关生产经营活动或依托海水养殖生活的社会群体及其他海水养殖业发展的利益相关者群体、海水养殖业发展过程中所产生的思想文化和道德观念、为满足海水养殖进一步发展而产生的教育、科技和管理制度、法律法规等要素。海水养殖社会子系统的主要功能是通过向海水养殖生态系统和经济系统提供劳动力、管理和技术支持，为海水养殖业发展提供支撑，使海水养殖生态经济系统良性运转(图 3)。

人是海水养殖社会子系统的核心。海水养殖社会子系统中的人包括海水养殖生产性人口和海水养殖非生产性人口。海水养殖生产性人口是直接参与海水养殖生产经营活动的相关人员，在海水养殖生产中贡献出劳动力要素。而非生产性人口是指由于年龄或其他原因不能参加或退出海水养殖生产过程的人口以及其他海水养殖发展的利益相关者，如海水

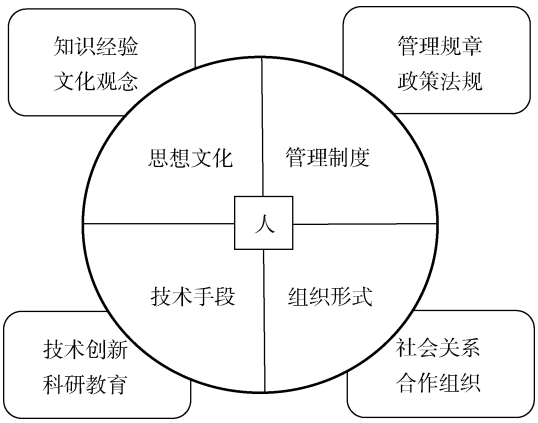


图 3 海水养殖社会子系统

Fig. 3 The mariculture social sub-system

养殖产品的消费者群体、海水养殖生产资料的供应者群体、海水养殖相关服务行业从业人员等。人类劳动是海水养殖发展的基本前提。人类的科学技术和生产技能是促进海水养殖生产活动顺利进行的主要力量。人类针对海水养殖进行的管理和服务，运用科学知识调节生产要素配置、调整海水养殖产业发展方式和布局是海水养殖发展和海水养殖生态经济系统协调运行的重要保障。在海水养殖社会系统中，人必须尊重客观规律，一方面要尊重海水养殖生态系统和经济系统的运行规律，应在尊重自然规律和经济规律的前提下发挥人的作用；另一方面，也要遵循人口发展规律，将人口增长控制在一定的范围内，既满足海水养殖发展所必需的体力和智力需求，又控制人口规模在合理的界限内，不超过生态承载能力。

精神再生产也是海水养殖社会子系统的重要活动。在海水养殖实践中，人们通过发挥主观能动性，创造出一系列与海水养殖相关的思想文化、技术手段、管理制度和组织形式等精神产品，为海水养殖发展提供管理、服务和技术支持，通过文化作品的创作，实现海水养殖文化的传承，保障海水养殖相关的物质和精神可持续发展。从思想文化看，海水养殖在我国具有悠久的历史，在漫长的发展过程中，海水养殖生产者积累了丰富的知识和经验，从养殖区域的选择到养殖品种的培育，从养殖病害的防治到各种养殖工具的发明，以及与海水养殖相关的文学作品的创作，都是养殖文化的传承，是养殖业发展过程中的宝贵精神财富。从技术手段看，技术进步是促进海水养殖生产能力和生产效率提高的重要力量，通过技术进步，可以提高人工调控在海水养殖生产过

程中的作用能力，提高海水养殖各项资源的利用效率，降低资源消耗，减少生态环境污染。从管理制度看，海水养殖相关管理规章和政策法规是海水养殖业有序发展的重要保障，通过政策法规和管理制度可以协调海水养殖过程中各个环节的关系、各利益相关主体间的关系、海水养殖经济与生态的关系，促进海水养殖业协调有序持续发展。从组织形式看，在海水养殖业的漫长发展过程中，形成了与社会制度、生产力水平和不同养殖方式相适应的各种组织形式，包括海水养殖户、海水养殖企业、海水养殖专业合作社等[7]。海水养殖各种组织内部、各种组织之间、各种组织与市场之间、各种组织与非海水养殖组织之间，在海水养殖生产过程中形成了各种各样的社会关系，通过各种社会关系的结成和实现，促进海水养殖各组织目标的实现。

3 海水养殖生态经济系统的运行

海水养殖生态经济系统功能的实现依赖于其组成要素整体的适应与协调能力。海水养殖生态经济系统是结构与功能的统一体，能够综合利用海水养殖自然资源、经济规律和技术管理等多种条件，形成生态经济合力，实现生态经济功能和效益，具有物质循环、能量转化、信息传递和价值增值功能。

海水养殖生态经济系统由组成海水养殖生态子系统、海水养殖经济子系统和海水养殖社会子系统的各要素按照特定的生态经济关系相互交织、相互作用、相互耦合而成。海水养殖生态子系统是整个海水养殖生态经济系统的基础，承载着海水养殖经济子系统和海水养殖社会子系统的运行，海水养殖经济子系统是海水养殖生态经济系统运行的主体，海水养殖社会子系统通过社会制度、科学技术和管理手段保障和支持海水养殖生态经济系统的运行。三个子系统之间存在相互影响、相互制约的关系(图 4)。

(1) 海水养殖生态子系统与海水养殖经济子系统的关系。海水养殖生态子系统为海水养殖经济子系统的生产提供必要的环境和原料，而海水养殖经济子系统通过对海水养殖生态子系统进行各项生产要素的施加，从而实现海水养殖生态子系统中养殖环境条件的配置以及养殖生物生长过程的人工调控。海水养殖生态子系统与海水养殖经济子系统相互影响，经济系统生产过程中产生的废物需要生态系统的容纳，而当废物的排放超过海水养殖生态系统的自净能力造成环境的恶化则会反作用于经济系统，阻碍经济系统生产的进一步发展。

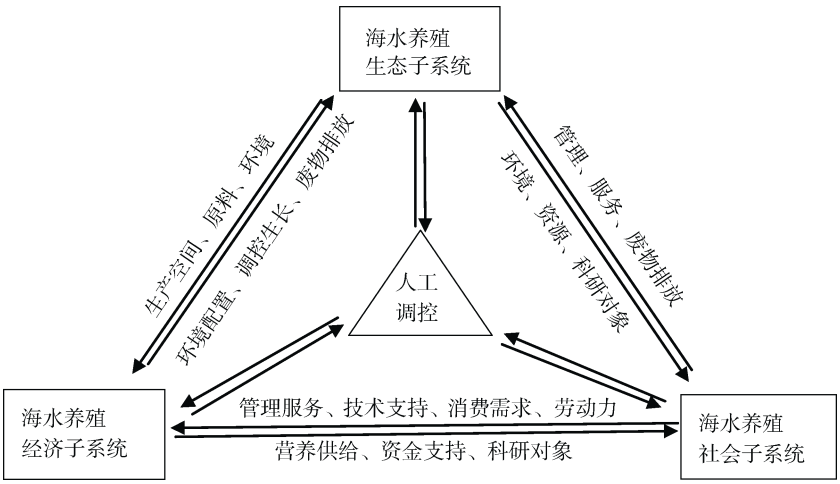


图 4 海水养殖生态经济系统

Fig. 4 The mariculture ecological–economic system working diagram

(2) 海水养殖生态子系统与海水养殖社会子系统的关系。海水养殖生态子系统为海水养殖社会子系统中的人口提供了生存必需的生态环境条件，海水养殖生态子系统的运行规律和特点是海水养殖社会子系统中科研活动的主要研究对象，海水养殖生态子系统中环境生态的变化为社会系统创造了不同的研究课题。海水养殖社会子系统通过海水养殖技术进步实现海水养殖生态系统环境的改善和环境容量的增加，通过养殖新品种选育技术丰富海水养殖生态系统中的生物多样性，通过生态服务和管理保障海水养殖生态系统的运行。同时，海水养殖社会子系统产生的生活废物排放对海水养殖生态系统环境

造成了一定的压力。

(3) 海水养殖经济子系统与海水养殖社会子系统的关系。海水养殖经济子系统通过生产过程为海水养殖社会子系统提供食物(养殖海产品), 通过经济财富的增加为社会子系统中科研、管理、文化水平的提高提供资金支持, 海水养殖经济子系统运行中所遇到的问题为社会子系统中的科学研究提供了研究课题。海水养殖社会子系统可以管理规范海水养殖经济子系统的运行; 通过技术改造和技术进步创造出新的生产工艺提高海水养殖经济子系统的生产能力和生产效率; 通过技术进步生产出多样化的海水养殖初级产品和加工产品刺激养殖海产品消费需求, 提升海水养殖经济子系统的经济效益; 通过各种组织形式的建立为海水养殖经济子系统中的交换和分配提供支持, 通过人口再生产为海水养殖经济子系统的发展输送劳动力要素。

海洋生态系统的量级基本上是恒定的, 生态系统中动物、植物和微生物之间相互连接、相互循环和相互制约, 通过生态规律的作用, 系统承载力可再生、可修复, 具有稳定性特点。海水养殖生态经济系统中的生态子系统作为一种具有人工调控特点的特殊的海洋生态系统, 在自然、半自然或人工生产环境中模仿海洋生态系统的运行, 却难以完全实现海洋生态系统复杂的物质循环和能量转化, 其自我修复和再生能力远不及天然的海洋生态系统, 需要通过人工和技术投入施加外力实现养殖系统的循环和代谢。相比之下, 海水养殖经济子系统的量级会发生很大的变化。伴随着经济增长和科技进步, 人类对海产品需求的层次和多样性也在不断增加, 为了满足人们日益增长的海产品消费需求, 海水养殖经济子系统处于扩张状态, 即寻求通过加大各项投入期待得到数量更多、品质更高的养殖海产品。通过人工调控模仿形成的相对稳态的海水养殖生态子系统与处于扩张状态的海水养殖经济子系统在不断的相互反馈调整过程中实现着海水养殖生态经济系统内部的调控。在技术水平发展有限的情况下, 一旦海水养殖经济子系统的扩张超过稳定的阈值, 经济子系统大量的生产投入会打破原有的平衡状态, 海水养殖生态子系统难以容纳庞大的生产需求, 大量排放的生产废物超过海水养殖生态子系统自净能力范围, 会造成海水养殖生态子系统的环境污染, 从而影响海水养殖生态子系统的容量, 进一步限制海水养殖生产的进行。海水养殖社会子系统的重要功能在于协调海水养殖生态子系统与海水养殖经济子系统的发展。一方面, 通过科研创新和技术进步从内部提升生态子系统承载能力, 提高经济子系统资源利用效率, 减少生产废物的排放; 另一方面, 通过管理政策的制定从外部管理生产经营者的生产行为, 实现对海水养殖生态子系统资源和环境的保护, 促进海水养殖业的可持续发展。

海水养殖生态经济系统运行的关键在于如何在实现海水养殖生态环境充分保护的前提下产出更多的养殖海产品, 实现更大的经济效益, 提升海水养殖业为人类服务的能力。因此, 必须以保护海水养殖生态环境为基本前提, 以实现海水养殖经济效益为最终目的, 以充分利用海水养殖社会系统的服务和管理功能为重要保障, 综合海水养殖生态、经济和社会各要素之间的相互作用, 更好地实现海水养殖生态子系统、海水养殖经济子系统和海水养殖社会子系统之间的协调和耦合, 提升海水养殖生态经济系统的整体效率, 促进海水养殖业的可持续健康发展。

参考文献:

[1] 李加林, 马仁峰. 中国海洋资源环境与海洋经济研究40 年发展报告(1975—2014)[R]. 杭州: 浙江大学出版社, 2014.
Li Jialin, Ma Renfeng. A 40-year report on China's marine resource environment and marine economy research (1975-2014)[R]. Hangzhou: Zhejiang University Press, 2014.

[2] 张震, 李长胜. 生态经济学——理论与实践[M]. 北京: 经济科学出版社, 2016.
Zhang Zhen, Li Changsheng. Ecological economics—Theory and practice[M]. Beijing: Economic Science Press, 2016.

[3] 王松霈, 迟维韵. 自然资源利用与生态经济系统[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1992.
Wang Songpei, Chi Weiyun. Natural resources utilization and Ecological-Economic System[M]. Beijing: China Environmental Science Press, 1992.

[4] 马世骏, 王如松. 社会—经济—自然复合生态系统[J]. 生态学报, 1984(1): 1-9.
Ma Shijun, Wang Rusong. Social-economic-natural compound ecology system[J]. Ecology Journal, 1984(1): 1-9.

[5] 蒲新明, 傅明珠, 王宗灵, 等. 海水养殖生态系统健康综合评价: 方法与模式[J]. 生态学报, 2012(19): 6210-6222.
Pu Xinming, Fu Mingzhu, Wang Zongling, et al. Study on the ecosystem health comprehensive assessment: method and patterns[J]. Ecology Journal, 2012(19): 6210-6222.

[6] 雷霁霖. 中国海水养殖大产业架构的战略思考[J]. 中国水产科学, 2010(3): 600-609.
Lei Jilin. Strategic consideration on mariculture industry construction in China[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2010(3): 600-609.

[7] 李嘉晓. 我国海洋渔业经济组织的演进与培育研究[J]. 海洋科学, 2017, 41(6): 119-125.
Li Jiaxiao. Study on the evolution and cultivation of marine fishery economic organization in China[J]. Mraine Sciences, 2017, 41(6): 119-125.

Research on concept and composition of mariculture Ecological-Economic System

QIN Hong[1, 2], ZHANG Ying[1], YE Chuan-chuan[1]
(1. School of Management, Ocean University of China, Qingdao 266100, China; 2. Key Research Institute in University, Marine Development Institute, Ocean University of China, Qingdao 266100, China)

Received: Aug. 2, 2017
Key words: mariculture; ecological–economic system; concept definition; system composition; operation

Abstract: This study aims to present a research perspective on the ecological and economic aspect of mariculture to realize the harmonious development of the mariculture economic growth, resources, and environment. The study defines the concept of mariculture ecological–economic system as a combination of mariculture ecology, economic, and social sub-systems. In addition, it analyses the constituent elements of each sub-system and elucidates the mutual influence and restriction of these sub-systems. Finally, this study postulates that the coordination and coupling of three sub-systems can enhance the overall efficiency of the mariculture ecological–economic system and promote the sustainable development of mariculture.

(本文编辑: 张培新)